

## **PRORAČUN INTENZITETA EROZIJE ZEMLJIŠTA DELA SLIVA KAMENICE (ZAPADNA SRBIJA)**

*Gordana Šekularac<sup>1</sup>, Miodrag Jelić<sup>2</sup>, Miroljub Aksić<sup>2</sup>, Milena Đurić<sup>1</sup>, Nebojša  
Gudžić<sup>2</sup>, Dušan Marković<sup>1</sup>, Aleksandar Đikić<sup>2</sup>*

**Izvod:** Cilj rada je da se na osnovu opštih uslova područja sliva bezimenog bujičnog potoka, prirodnih i antropogenog, izračuna intenzitet erozije zemljišta. Parametri, tj. činioci za proračun su: geološki supstrat, reljef, zemljište, klima, vegetacija, hidrografija, čovek. Analizom je definisana pripadnost tipu bujičnih tokova. Bezimeni bujični potok pripada tipu urvinskih tokova (klasa E). Proračunom je utvrđeno da je na slivu urvine srednja godišnja količina erozionog nanosa ( $W_{\text{god}}$ )  $292,14 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ , a specifična godišnja količina ukupnog erozionog nanosa ( $G_{\text{god sp}}^{-1}$ ), koja dospeva do njegovog ušća u Kamenicu, sa njene desne strane,  $109,55 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ .

**Ključne reči:** intenzitet erozije zemljišta, sliv, urvina, nanos

### **Uvod**

Zemljište predstavlja opšte prirodno dobro. Ono je osnova poljoprivredne proizvodnje, a samim tim i opstanka ljudskog roda. Proces obrazovanja zemljišta je trajan proces, ali istovremeno, usled različitih činilaca, prisutan je i proces nestajanja zemljišta (neobnovljiv resurs).

Usled različitih činilaca procesa erozije, nastaju promene na zemljištu i u geološkom supstratu. Posledica nastalih promena je razaranje ili potpuno nestajanje zemljišta. Promene na zemljištu mogu biti spore ili brze, zbog čega i erozija ima obeležja usporenog ili ubrzanog procesa.

Procesom erozije različitog tipa i intenziteta u Republici Srbiji je obuhvaćeno nešto više od 90% ukupne površine (Đorović i Kadović, 1997). Posledice delovanja procesa erozije, pored indirektnih, jesu trajno nestajanje zemljišta. Prema ukupnoj godišnjoj produkciji nanosa, u Republici Srbiji se tokom svake godine sa površine od 21.000 ha odnese zemljišta moćnosti 16,0 cm (Spalević, 1997). U Republici Srbiji, tj. u Centralnoj Srbiji je erodirano 1.221.000 ha zemljišta, a smireno je 36.000 ha (Statistički godišnjak, 2008).

Trend povećanja temperature vazduha i smanjenja padavina na području Čačanske regije su evidentne (Šekularac, 2002). Takve klimatske promene izazivaju pogoršanje fizičkih odlika zemljišta, jaču erodibilnost, smanjenje zaštitne uloge vegetacije, kao i otežanu njenu prirodnu i veštačku obnovu.

Sve to utiče na intenziviranje procesa erozije, kako površinske, tako i dubinskih oblika. Ugrožena poljoprivreda, šumarstvo i vodoprivreda, usled intenziviranja procesa erozije, postaje sve veći problem, pa se ukazuje sve veća potreba za melioracijama zemljišta i antierozionim radovima.

---

<sup>1</sup>Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija (gordasek@kg.ac.rs);

<sup>2</sup>Univerzitet u Prištini, Poljoprivredni fakultet, Kopaonicka bb, 38219 Lešak, Srbija.

U kolikoj meri je, usled različitih agenasa, u kvantitativnom iznosu izražen proces erozije i koliku produkciju nanosa on izaziva, prikazano je na delu područja sliva reke Kamenice (deo sliva Zapadne Morave), u okviru njenog podsliva bezimeni potok, koji je njena desna pritoka, prvog reda, a koja se u nju uliva nedaleko od Čačka.

### Materijal i metode rada

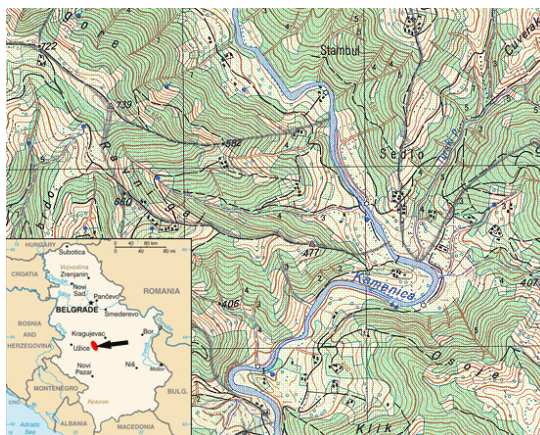
Rekonosciranjem na terenu sagledani su i prikazani elementi konfiguracije sliva. Korišćene su karte: topografska, R=1:25.000 (Vojnogeografski Institut, 1971), geološka, R=1:500.000 (Institut za proučavanje zemljišta, 1966), pedološka, R=1:50.000 (Institut za proučavanje zemljišta, 1966), koje su omogućile definisanje odlika i uticaja prirodnih činilaca na proces erozije bezimenog potoka.

Metodom interpolacije visine padavina pomoću kišnog gradijenta (Bonacci, 1984) i proračunom temperature vazduha za bilo koju nadmorsku visinu (Dukić, 1984), proračunati su meteorološki parametri za sliv, a na osnovu podataka Republičkog Hidrometeorološkog zavoda (1930-1961) i Centra za proučavanje u poljoprivredi (1949-1995).

Kvantitativni pokazatelji procesa erozije zemljišta računati su analitičkom metodom S. Gavrilovića (1972).

### Rezultati istraživanja i diskusija

Slivno područje bezimenog potoka nalazi se nedaleko od Čačka (43° 53' N; 20° 21' E) u Zapadnoj Srbiji, a pripada slivu reke Kamenica, u širem smislu slivu Zapadne Morave (Slika 1).



Sl. 1. Sliv bezimenog potoka

Fig. 1. The nameless brook catchment

Osnovni elementi sliva, koji su značajni za pojavu procesa erozije zemljišta su veličina, dužina, obim i njegov oblik. Površina bezimenog potoka je 0,72 km<sup>2</sup>.

Proučavani sliv je dužine 4,15 km, a obima 1,12 km. Navedeni parametri ukazuju da oblik sliva bezimenog potoka pripada tipu sa ravnomernim račvanjem hidrografske mreže kroz njegov gornji, srednji i donji tok, što znači da na njima nema razlike u odnošenju materijala zemljišta i rastresitog geološkog supstrata.

Prikazani osnovni elementi sliva bezimenog potoka i specifičnosti odlika reljefa, geološkog supstrata, zastupljenosti zemljišta, klime, načina korišćenja zemljišta i hidrografije područja doprineli su da proces erozije zemljišta tog sliva ima svojstvene kvantitativne pokazatelje.

Osnovni parametri reljefa sliva bezimeni potok, činioca koji ima primarnu ulogu za pojavu procesa erozije, prikazani su u Tabeli 1. Što su veće vrednosti parametara reljefa, to je i pojava erozije zemljišta sliva intenzivnija. Srednja nadmorska visina ( $N_{sr}$ ) bezimenog potoka iznosi 508,74 m (Tabela 1), za čije određivanje je korišćen postupak izdvajanja izohipsi na svakih 100 m visine.

Srednja visinska razlika sliva ( $D$ ) bezimenog potoka iznosi 143,74 m, a rezultat je razlike srednje nadmorske visine sliva i nadmorske visine ušća (Tabela 1).

Za definisanje srednjeg pada sliva ( $I_{sr}$ ) bezimenog potoka, usvojeno je da vertikalni razmak između izohipsi ( $h$ ) iznosi 100 m, pa je  $I_{sr}=33,3\%$  (Tabela 1).

Na stanje reljefa nekog područja ukazuje i vrednost koeficijenta erozije energije reljefa ( $E_r$ ), koja je, za sliv bezimeni potok, 128,52 m km<sup>-1/2</sup> (Tabela 1).

Tabela 1. Osnovni parametri reljefa sliva bezimeni potok  
Table 1. Basic of the nameless brook catchment relief parameters

Naziv sliva: Bezimeni potok Catchment name: The nameless brook	
Najniža kota glavnog vodotoka i sliva (B), m <i>The lowest elevation in the main stream and catchment (B), m</i>	365
Najviša kota glavnog vodotoka (C), m <i>The highest elevation in the main stream (C), m</i>	558
Najviša tačka sliva (E), m <i>The highest point in the catchment (E), m</i>	739
Prosečan pad korita glavnog vodotoka sliva ( $I_s$ ), % <i>Average main stream bed slope in the catchment (<math>I_s</math>), %</i>	16,1
Srednja nadmorska visina sliva ( $N_{sr}$ ), m <i>Mean catchment altitude <math>N_{sr}</math>, m</i>	508,74
Srednja visinska razlika sliva ( $D$ ), m <i>Mean height difference in the catchment (D), m</i>	143,74
Srednji pad sliva ( $I_{sr}$ ), % <i>Mean catchment slope (<math>I_{sr}</math>), %</i>	33,3
Koeficijent erozije energije reljefa sliva ( $E_r$ ), mkm <sup>-1/2</sup> <i>Catchment relief erosion coefficient (<math>E_r</math>), mkm<sup>-1/2</sup></i>	128,52

Sledeći činilac procesa erozije, geološki supstrat, svojim odlikama i zastupljenošću doprineo je pojavi procesa erozije na području sliva bezimeni potok (Tabela 2).

Zastupljeni geološki supstrat sliva bezimeni potok je dijabaz, sa učešćem od 0,72 km<sup>2</sup> (100,00% ukupne površine sliva), a odlikuje se slabom vodopropusnošću, što

doprinosi neotpornosti zemljišta procesu erozije. Na tu neotpornost ukazuje koeficijent vodopropusnosti geološkog supstrata proučavanog sliva ( $S_1 = 1,00$ ), Tabela 2.

Tabela 2. Geološki supstrat sliva bezimeni potok, koeficijent njegove vodopropusnosti ( $S_1$ ) i njegova otpornost prema procesu erozije

Table 2. Geological substratum in the nameless brook catchment, its water permeability coefficient ( $S_1$ ) and erosion resistance

Naziv sliva: Bezimeni potok Catchment name: The nameless brook		
$F_{np}$ -slabo vodopropusna stena Poorly permeable rock		
• Dijabaz Diabase	km <sup>2</sup>	0,72
	%	100,00
Koeficijent vodopropusnosti geološkog supstrata ( $S_1$ ) Water permeability coefficient of geological substrates ( $S_1$ )	1,00	
Otpornost geološkog supstrata prema procesu erozije Erosion resistance of geological substrates	Neotporan Non-resistant	

Zemljište kao agens procesa erozije, svojim odlikama u manjoj ili većoj meri doprinosi da se taj proces ispolji. Na području sliva bezimeni potok, usled dejstva pedogenetskih činilaca zastupljeno je smeđe skeletoidno zemljište na dijabazu sa profilom tipa  $A_h-C$ . To je zemljište koje pripada grupi plitkih zemljišta, na kome je, na području sliva bezimeni potok, izražen jak stepen erodiranosti (Šekularac, 2000).

Elementi klime koji izazivaju i doprinose pojavi procesa erozije zemljišta jesu padavine, temperature vazduha i temperature zemljišta.

Srednja godišnja suma padavina ( $P$ ) sliva bezimeni potok iznosi 752,6 mm, a srednja godišnja temperatura vazduha ( $t$ ) je 9,2°C, što, u sklopu ostalih agenasa, ukazuje na značajnu ulogu ta dva elementa klime na eroziju zemljišta proučavanog područja.

Zastupljenost sledećeg činioca procesa erozije zemljišta na području sliva bezimeni potok, vegetacije, kako autohtonog, tako i one antropogenog porekla, kao i koeficijenta vegetacionog pokrivača ( $S_2$ ), prikazani su u Tabeli 3.

Ukupne površine pod šumama i šikarama dobrog sklopa su 0,36 km<sup>2</sup> (50,00%) i pod travnom vegetacijom (voćnjaci, livade, kao i pašnjaci i devastirane šume na slivu bezimeni potok iznose 0,26 km<sup>2</sup> (36,11%), što ukupno iznosi 0,62 km<sup>2</sup> (86,11%), usled čega je uticaj vegetacije proučavanog sliva takav, da je područje zaštićeno od dejstva procesa erozije (koeficijent vegetacionog pokrivača,  $S_2 = 0,73$ ), Tabela 3.

U koliko meri vodotok, bezimeni potok, predstavlja potencijal velike razorne moći i činilac erozije zemljišta, ukazuju elementi hidrografsko-hidroloških odlika proučavanog područja.

Obeležja familije –porodice bujičnog toka bezimeni potok su:  $F_{sl}$ : E; IV;  $Z=0,31$ , što znači da je bezimeni potok urvina, IV klase razornosti sa koeficijentom erozije ( $Z$ ) od 0,31 (slabe jačine procesa erozije, dubinskog tipa).

Usled navedenih odlika sliva bezimeni potok produkuju se određene količine nanosa i ispoljava se proces erozije određenog intenziteta.

Veličina procesa erozije sliva bezimeni potok prikazana je kroz srednju godišnju količinu erozionog nanosa ( $W_{god}$ ) od 292,14 m<sup>3</sup> god<sup>-1</sup>.

Izračunata srednjegodišnja zapremina ukupnog nanosa ( $G_{\text{god}}$ ), koja dospeva do ušća bezimenog potoka iznosi  $78,88 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ , a specifična godišnja količina ukupnog erozionog nanosa koja dospeva do ušća u Kamenicu ( $G_{\text{god sp}}^{-1}$ ), iznosi  $109,55 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ .

Tabela 3. Katastarske kulture i koeficijent vegetacionog pokrivača ( $S_2$ ) sliva bezimeni potok

Table 3. Land categories and vegetative cover coefficient ( $S_2$ ) of the nameless brook catchment

Naziv sliva: Bezimeni potok Catchment name: The nameless brook			
fš	Šume i šikare dobrog sklopa <i>Forest and coppice stands having high canopy density</i>	km <sup>2</sup>	0,36
		%	50,00
ft	Voćnjaci <i>Orchards</i>	km <sup>2</sup>	0,07
		%	9,72
	Livade <i>Meadows</i>	km <sup>2</sup>	0,14
		%	19,44
	Pašnjaci i devastirane šume i šikare <i>Pastures and devastated forests and coppices</i>	km <sup>2</sup>	0,05
		%	6,95
Σ ft		km <sup>2</sup>	0,26
		%	36,11
fg	Oranice <i>Cultivated fields</i>	km <sup>2</sup>	0,10
		%	13,89
	Neplodno zemljište <i>Unproductive land</i>	km <sup>2</sup>	0,00
		%	0,00
Σ fg		km <sup>2</sup>	0,10
		%	13,89
Koeficijent vegetacionog pokrivača (S <sub>2</sub> ) <i>Vegetation cover coefficient</i>		0,73	

Iz prikazanih podataka proizlazi, da usled dejstva procesa erozije sa područja sliva bezimeni potok nestane godišnje 0,15 ha površine zemljišta, moćnosti do 0,20 m, a prosečno godišnje odnošenje iznosi 0,03 mm zemljišta sliva. Uz prihvatanje srednje vrednosti zapreminske mase od  $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ , godišnje se gubi  $0,20 \text{ t ha}^{-1}$  zemljišta.

Sušтина proračuna je da se, pored prikazanih rezultata, ovaj model može integrisati sa GIS tehnologijom za predviđanje erozije zemljišta i njene raspodele (Tang i sar., 2015).

## Zaključak

Urvina, bezimeni potok, ima svoje specifične odlike, i to: IV klasu razornosti, sa koeficijentom erozije (Z) 0,31, koja je slabe jačine, dubinskog tipa.

Navedeni, i ostali proučeni činioci erozije sliva, doprineli su da srednjegodišnja količina erozionog nanosa iznosi  $292,14 \text{ m}^3 \text{ god}^{-1}$ , a intenzitet erozije  $109,55 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ god}^{-1}$ .

## Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta "Razvoj novih tehnologija gajenja strnih žita na kiselim zemljištima primenom savremene biotehnologije", T.R. 31054, koji finansira Ministarstvo Republike Srbije za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj.

## Literatura

- Bonacci, O. (1984): Meteorološke i hidrološke podloge. *Priručnik za hidrotehničke melioracije*, I kolo, knjiga 2, Bergman B. (ed.), 39-86. Zagreb, Hrvatska: Društvo za odvodnjavanje i odvodnjavanje Hrvatske.
- Centar za proučavanje u poljoprivredi (1949-1995). Podaci o temperaturama vazduha. Čačak, Srbija.
- Dukić, D. (1984): Fizičko-geografski faktori rečnog režima. *Hidrologija kopna*, Joković, D. (ed.), 172-190. Beograd, Srbija: Naučna knjiga.
- Dorović, M., Kadović, R. (1997): Perspektive i razvoj konzervacije zemljišta i voda. *Zbornik radova devetog Kongresa Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta "Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta"*, Hadžić V. (ed.), 665-677. Novi Sad, Srbija: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta.
- Gavrilović, S. (1972): Tehničke dijagnoze erozionih procesa u bujičnim područjima. *Inženjering o bujičnim tokovima i eroziji*, "Izgradnja", specijalno izdanje, Marković, A., Jarić, M., Trbojević, B. (eds.), 66-82. Beograd, Srbija: Republički fond voda Srbije; Vodoprivredna organizacija "Beograd"; Institut za eroziju, melioracije i vodoprivredu bujičnih tokova pri Šumarskom fakultetu u Beogradu.
- Institut za proučavanje zemljišta (1964): Pedološka karta teritorije sreza Kraljevo. Beograd-Topčider, Srbija.
- Institut za proučavanje zemljišta (1966): Geološka karta zapadne i severozapadne Srbije. Beograd-Topčider, Srbija.
- Republički Hidrometeorološki zavod (1930-1961). Podaci o padavinama. Beograd, Srbija.
- Spalević, B. (1997): Erozijska zemljišta u SR Jugoslaviji. *Konzervacija zemljišta i voda*. Jakovljević, M. (ed.), 23-24. Beograd-Zemun, Srbija: Poljoprivredni fakultet-Zemun.
- Statistički godišnjak (2008): Podaci o erodiranim površinama zemljišta. Beograd, Srbija: Republički Zavod za statistiku.
- Šekularac Gordana (2000): Odnos intenziteta erozije i stepena erodiranosti zemljišta sliva reke Kamenice. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet, Čačak, Srbija.